

Elżbieta Kowalik

Międzywydziałowe Studium Pedagogiczne UG

Korelacja wyników egzaminu testowego z chemii z ocenami na świadectwach maturalnych

Studia chemiczne w całej Polsce cieszą się umiarkowaną popularnością. Krąży o nich opinia, że są to studia trudne, niezwykle czasochłonne, a ich ukończenie nie daje gwarancji znalezienia pracy w wyuczonej specjalności. Kandydaci na ten kierunek, oprócz biegłości w zakresie chemii na poziomie szkoły średniej, muszą dysponować szeroką wiedzą fizyczną, matematyczną, ogólnoprzyrodniczą oraz, co ważniejsze, takimi cechami, jak odpowiedzialność, rzetelność, pedanteria, zdolność koncentracji uwagi, dociekliwość, systematyczność – niezbędnymi do projektowania, wykonawstwa oraz interpretowania eksperymentów laboratoryjnych, nieraz bardzo kosztownych i przebiegających w warunkach wymagających zachowania szczególnej ostrożności. Trafnie przeprowadzona rekrutacja, w której funkcja diagnostyczna idzie w parze z funkcją prognostyczną, ma bezpośredni wpływ na sprawność studiów.

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego od dawna poszukuje takiej formuły rekrutacji. Przez długie lata obowiązywał na ten kierunek egzamin pisemny z matematyki, chemii oraz z języka obcego. Wartość prognostyczna tego egzaminu była zadziwiająco wysoka. Każdy kandydat, który pomyślnie zdał egzamin wstępny, nieźle radził sobie z zaliczeniem pierwszego roku studiów. Często były przypadki, że na studia dostawali się absolwenci renomowanych szkół średnich, mający na świadectwach maturalnych słabe oceny, natomiast odpadali prymusi ze słabszych szkół. Właśnie z myślą o nich, a także dla zwiększenia popularności studiów chemicznych wśród młodzieży, w latach 1991–1993 wprowadzono konkurs świadectw. Rozwiązanie to dodatkowo służyło promocji nowo wprowadzonego kierunku ochrony środowiska. I rzeczywiście – liczba kandydatów wzrosła skokowo, na studia zakwalifikowano najlepszych absolwentów, legitymujących się ocenami dobrymi i bardzo dobrymi na świadec-

twach maturalnych, ale już po pierwszym semestrze prawie 40% z nich odpadło (37% na chemii i 39% na ochronie środowiska).

Biorąc pod uwagę powyższe doświadczenia, w roku akademickim 1993/94 zastosowano na Wydziale Chemii UG regulamin rekrutacji na studia obejmujący zarówno konkurs świadectw (aby dać szansę bardzo dobrym absolwentom wszelkich szkół, niezależnie od ich poziomu, jak i pisemny egzamin testowy z chemii, matematyki lub biologii (do wyboru). Taka formuła rekrutacji stworzyła okazję do porównania: na ile zgodne są wyniki absolwentów szkół średnich opisane ocenami szkolnymi z wynikami egzaminu testowego. Założenie było takie, że każdy kandydat mógł uzyskać maksymalnie 100 punktów, w tym 50 za świadectwo (po 15 za oceny celujące z chemii i matematyki, 10 punktów za oceny celujące z fizyki lub biologii i języka obcego). Za niższe oceny z powyższych przedmiotów punktacja była odpowiednio niższa. 50 punktów przewidziano dla tych, którzy bezbłędnie rozwiążą test. Postanowiłam zatem sprawdzić, jak skorelowane są wyniki absolwentów szkół średnich opisane ocenami nauczycielskimi i zmierzone testem. Przyjęłam hipotezę, że korelacja ta jest bardzo niska.

1. Charakterystyka testu z chemii

Test egzaminacyjny z chemii dla kandydatów na oba kierunki, tzn. chemię i ochronę środowiska, był taki sam. Składał się z 50 niezależnych zadań wyboru czterokrotnego. Za wskazanie poprawnej odpowiedzi kandydat otrzymywał 1 punkt, za brak odpowiedzi lub wskazanie błędnej odpowiedzi – 0 punktów. Forma zadań nie odbiegała od znanych powszechnie standardów. Kandydaci mogli zresztą przed egzaminem zapoznać się z przykładowymi zadaniami, wydrukowanymi specjalnie w tym celu (przeważnie w teście znalazły się zadania podobne do przykładowych, często znacznie od nich łatwiejsze).

Niezwykle ważne było zapewnienie trafności testu. Kandydaci na Wydział Chemii byli absolwentami różnych typów szkół – od liceów ogólnokształcących, liceów zawodowych, techników różnych specjalności, po technika chemiczne. Szkoły te mają różne programy chemii, realizowane w różnych wymiarach godzin.

Punktem wyjścia do konstrukcji planu testu było:

- 1) porównanie celów kształcenia chemicznego, sformułowanych operacyjnie, realizowanych w czterech typach szkół średnich: liceach ogólnokształcących, liceach zawodowych, technikach niechemicznych oraz technikach chemicz-

nych, a następnie wytypowanie tych, które mają charakter możliwie uniwersalny;

2) wybranie tych działów chemii, które występują w każdym analizowanym programie nauczania.

Plan testu przedstawiony jest w Tabeli 1.

Tabela 1

Dziedzina chemii \ Kategoria celów*)	Numery zadań				Razem zadań
	A. Zapamiętanie	B. Zrozumienie	C. Zastosowanie typowe	D. Umiejętności twórcze	
1. Prawa chemiczne. Stechiometria.	1		2,3,16, 20,24,46	17,32,41, 43,44	12
2. Budowa atomu. Wiązania chemiczne. Układ okresowy.	5	4		28,33,39	5
3. Procesy red-ox. Elektrolity. Elektrochemia.	7,19,40	6,8,12, 21	18,35,36	23,37,47	13
4. Właściwości pierwiastków chemicznych. Równowaga chemiczna.	9,30,31		34	22	5
5. Związki organiczne, ich budowa i właściwości.	13,14 38,42,45 49,50	10,11, 15,26,29		25,27,48	15
Razem zadań	15	10	10	15	50

*) Kategorie celów wg Taksonomii celów „ABC” B. Niemierki.

Proporcje zadań w teście wynikają z głównych założeń większości programów chemii dla szkół ponadpodstawowych. W szesnastu zadaniach pojawiły się aspekty ilościowe, nie wymagające skomplikowanych obliczeń (np. poprzez dobór odpowiednich wartości liczbowych lub możliwość zastosowania uproszczonych wzorów). W czterech zadaniach rozwiązanie wymagało odwołania się do załączonego schematu aparatury chemicznej.

Rzetelność testu oszacowano według wzoru KR₂₀:

$$r_{tt} = \frac{m}{m-1} \left(1 - \frac{\sum p \cdot q}{S_x^2} \right)$$

gdzie: m – liczba zadań w teście

p – współczynnik łatwości zadań

q – współczynnik trudności zadań

S_x^2 – wariancja wyników testowania

Współczynnik rzetelności ma wartość $r_{tt} = +0,902$, co potwierdza wysoką rzetelność testu.

Moc różnicującą poszczególnych zadań testowych opisuje współczynnik mocy różnicującej D_{25} :

$$D_{25} = p_L - p_S$$

gdzie: p_L – współczynnik łatwości zadań w 25% najlepszych wyników

p_S – współczynnik łatwości zadań w 25% najgorszych wyników

Dla wszystkich zadań testowych współczynnik D_{25} miał wartość dodatnią, mieszcząc się w przedziale:

$$+0,06 \leq D_{25} \leq +0,86$$

Dla dziesięciu zadań współczynnik mocy różnicującej $D_{25} \leq +0,3$, dla ośmiu zadań $D_{25} \geq +0,7$.

Zadania różniły się stopniem trudności, najłatwiejsze z nich rozwiązane zostało przez 90% badanych, najtrudniejsze zaledwie przez 22%.

Najwyższą moc różnicującą ($D_{25}=0,86$) wykazało zadanie nr 17, reprezentujące kategorię D, czyli wymagające zastosowania umiejętności twórczych. Jednocześnie zadanie to było dla badanych dość trudne ($p=0,38$). A oto jego treść:

Podczas syntezy metanolu z tlenku węgla i wodoru otrzymano 100 dm^3 CH_3OH w postaci gazowej. Zakładając wydajność procesu 50% stwierdzamy, że objętość gazów użytych do reakcji w ilościach stechiometrycznych musiała wynosić

- A. 100 dm^3 B. 200 dm^3 C. 300 dm^3 D. 600 dm^3

Rozwiązujący zadanie, po zbilansowaniu równania reakcji syntezy metanolu, powinien na podstawie znajomości praw gazowych określić objętości reagujących substratów gazowych, podane w postaci współczynników stechiometrycznych w równaniu reakcji. Wynik wymaga dodatkowego skorygowania ze względu na wydajność procesu.

Tę samą kategorię celów (tzn. umiejętności twórczych zastosowań) reprezentuje zadanie nr 33, które wykazało najniższą moc różnicującą ($D_{25}=0,06$):

W cząsteczce acetylenu $\text{CH}\equiv\text{CH}$ obydwa atomy węgla wykazują hybrydyzację sp. Wynika z tego, że wiązania w tej cząsteczce utworzone zostały przez następujące orbitale każdego atomu węgla:

- A. 1 orbital atomowy s i 1 orbital atomowy p
B. 2 orbitale atomowe s i 2 orbitale atomowe p
C. 1 orbital zhybrydyzowany sp i 3 orbitale atomowe p
D. 2 orbitale zhybrydyzowane sp i 2 orbitale atomowe p

Powyższe zadanie należało do najtrudniejszych w teście ($p=0,28$)... Z wartości liczbowych współczynników D_{25} i p można wnioskować zarówno o skomplikowanej strukturze samego zadania (zapewne pożądanymi byłyby tu odpowiedni rysunek), jak i o złożoności problematyki hybrydyzacji orbitali.

Najłatwiejsze w teście zadanie nr 36 ($p=0,90$) wymagało zastosowania typowych umiejętności (kategoria C), dotyczących procesów utleniania-redukcji. Zadanie to słabo różnicowało badanych na lepszych i słabszych ($D_{25}=0,26$).

Ogółem, najniższą moc różnicującą miały zadania z kategorii D (średnia wartość współczynnika $D_{25}=0,46$). Dla zadań reprezentujących pozostałe kategorie celów wartości średnich współczynników D_{25} były zbliżone i wynosiły odpowiednio: kategoria A – 0,49

kategoria B – 0,52

kategoria C – 0,49

2. Wyniki egzaminu testowego a punktacja za oceny na świadectwach maturalnych

Do egzaminu testowego z chemii przystąpiło łącznie 123 kandydatów (ogółem na oba kierunki, tzn. chemię i ochronę środowiska zgłosiło się 306 chętnych, w tym 90 na chemię i 216 na ochronę środowiska), przy czym przedmiot ten wybrało 72,2% (65 osób) kandydatów na chemię oraz 26,9% (58 osób) na ochronę środowiska. Pozostałe osoby zdawały egzamin testowy z matematyki lub biologii. Wyniki testu z chemii, pogrupowane w klasy o przedziałach pięciopunktowych, zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zestawienie liczebności wyników testu pogrupowanych w klasy o przedziałach pięciopunktowych

Klasy wyników	Liczebności wyników		
	Chemia	Ochrona środowiska	Ogółem
51-47	3	–	3
46-42	10	3	13
41-37	9	4	13
36-32	16	5	21
31-27	10	8	18
26-22	11	14	25
21-17	3	14	17
16-12	2	7	9
11-07	1	3	4
Ogółem	65	58	123

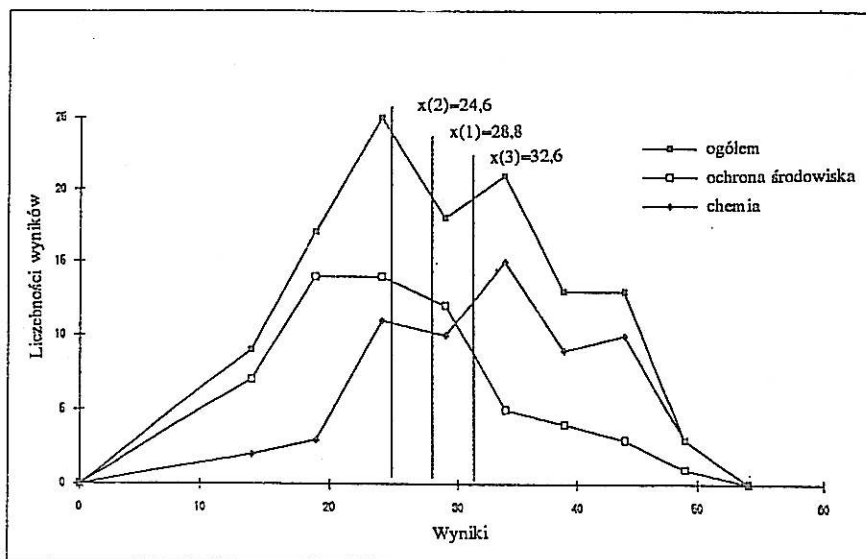
Punktacja uzyskana za rozwiązanie testu uzupełniona została punktacją za oceny na świadectwie maturalnym z chemii, matematyki, fizyki lub biologii oraz z języka obcego. Odpowiednie wartości liczbowe znajdują się w tabeli 3 (jest to zestawienie liczebności osób, które uzyskały odpowiednią punktację, pogrupowaną w klasy o przedziałach pięciopunktowych).

Tabela 3

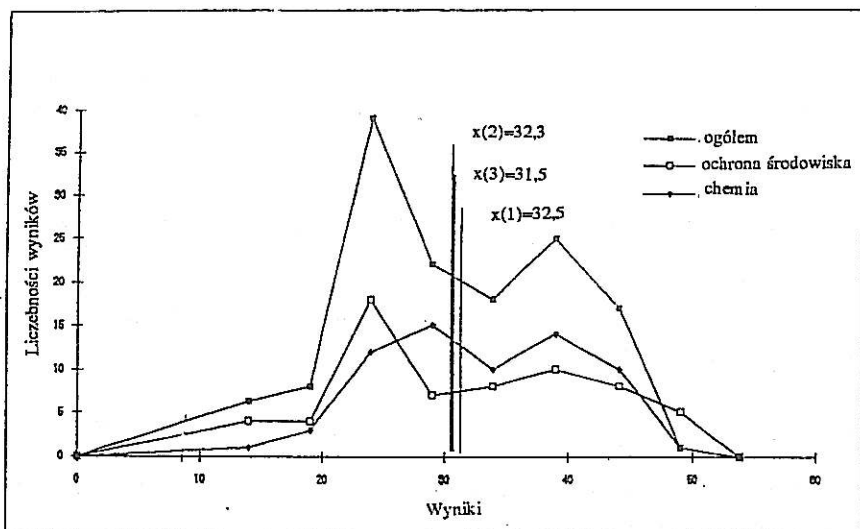
Zestawienie liczebności punktów uzyskanych za oceny na świadectwie dojrzałości pogrupowanych w klasy

Klasy wyników	Liczebności wyników		
	Chemia	Ochrona środowiska	Ogółem
51-47	1	—	1
45-42	10	8	18
41-37	14	10	24
36-32	9	8	17
31-27	15	7	22
26-22	12	17	39
21-17	3	4	7
16-12	1	4	5
11-07	—	—	—
Ogółem	65	58	123

Rozkład wyników zarówno z testu, jak i za świadectwo maturalne jest bardzo zróżnicowany, od wyraźnie asymetrycznego dodatniego na chemii, po asymetryczny ujemny na ochronie środowiska. Ilustrują to odpowiednie wieloboki liczebności, zaprezentowane na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1 Wieloboki liczebności wyników testu



Rys. 2. Wieloboki liczebności punktów uzyskanych za oceny na świadectwie dojrzałości

Zarówno wyniki testu, jak i punktacja za oceny na świadectwie, świadczą o lepszym przygotowaniu kandydatów na kierunek chemii. Wskazują na to np. wartości odpowiednich średnich:

Kierunek studiów	Wynik średni testu	Średnia punktów za świadectwo
Chemia	32,5	32,5
Ochrona środowiska	24,6	30,3
Ogółem	28,8	31,5

Aż 17 maturzystów ubiegających się o przyjęcie na ochronę środowiska (7,8% ogółu) miało na świadectwach oceny mierne. Wśród kandydatów na chemię były 4 takie przypadki (4,4%). Ocenami celującymi legitymowało się odpowiednio 20 kandydatów na ochronę środowiska (9,2%) oraz 15 na chemię (16,7%).

Test okazał się narzędziem dobrze różnicującym badanych. Rozstępy wyników (szacowane jako różnica między wynikiem maksymalnym a minimalnym) wynosiły odpowiednio:

$$V_{ch} = 39$$

$$V_{o.śr.} = 36$$

Wysokie były także wartości odchyłeń standardowych wyników:

- na kierunku chemii $S_x = 8,603$;
- na kierunku ochrona środowiska $S_x = 8,582$;
- ogółem $S_x = 9,469$.

Najlepiej przygotowani z chemii byli absolwenci liceów ogólnokształcących z mniejszych miast, nieco słabiej absolwenci LO z dużych miast, najslabiej absolwenci techników. Szczegółowe dane na ten temat znajdują się w tabeli 4.

Tabela 4

Średnie wyniki testu w zależności od typu ukończonej szkoły średniej

Typ szkoły	K i e r u n e k	
	chemia	ochrona środowiska
LO z miast do 50 tys. mieszkańców	32,2	25,5
LO z dużych miast	31,6	24,7
Technika	26,2	21,2

Bardzo wysokie wyniki uzyskali np. absolwenci liceów ze Świecia, Sypniewa, Żuromina, Rumi, Tczewa.

3. Korelacja wyników testu i punktacji za oceny na świadectwach

Dla oszacowania wysokości korelacji wyników testowania z ocenami na świadectwach posłużono się współczynnikiem Pearsona:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{N \cdot S_x \cdot S_y}$$

gdzie: x – wynik testu

y – punktacja za świadectwo

N – liczba badanych

S_x – odchylenie standardowe wyników testu

S_y – odchylenie standardowe punktacji za świadectwo

Odpowiednie wartości liczbowe współczynników r_{xy} wynoszą:

– chemia $r_{xy} = 0,605$

– ochrona śr. $r_{xy} = 0,159$

ogółem $r_{xy} = 0,361$

Tak więc między wynikami testu a wynikami na świadectwach istotna korelacja występuje tylko w przypadku kandydatów na chemię. Prawdopodobnie wynika to z wyższej trafności testowania oraz trafniejszego oceniania nauczycielskiego. Ma to niewątpliwie duży związek z trafniejszym wyborem kierunku studiów przez maturzystów. Ich dobre przygotowanie merytoryczne pokrywa się z wymaganiami stawianymi przez uczelnię.

W przypadku kandydatów na ochronę środowiska korelacja jest prawie nie znacząca. Dominują tu przypadki całkowitej rozbieżności między ocenami szkolnymi a wynikami pomiaru testowego. Częściej zapewne maturzyści wybierając ten kierunek sugerowali się aktualną modą niż rzetelną samooceną własnej wiedzy chemicznej. Nie byli też do końca zorientowani, iż ochrona środowiska na UG zakłada bardzo intensywne kształcenie chemiczne począwszy już od pierwszego semestru.

Tym samym test z chemii, ogólnie trafny i o wysokiej rzetelności, w rzeczywistości okazał się wysoko trafny tylko w przypadku kandydatów na studia kierunkowe. Dla kandydatów na ochronę środowiska był narzędziem nietrafnym.

Zebrany materiał badawczy pozwala wysnuć szereg wniosków:

1. Uwzględnienie w systemie rekrutacji na studia wyższe zarówno egzaminu testowego, jak i punktacji za świadectwo, jest w pełni słuszne, przy czym szczególnie ważna staje się tu trafność narzędzi pomiaru. Dla kandydatów na studia interdyscyplinarne, takie jak ochrona środowiska, trzeba konstruować testy zbudowane z zadań integrujących wiedzę przyrodniczą. Na studia kierunkowe wystarczy trafny test z dyscypliny kierunkowej.
2. Oceny szkolne, wystawiane przez nauczycieli na świadectwach maturalnych, wymagają większej obiektywizacji.
3. Uczelnie powinny rzetelniej informować przyszłych studentów o specyfice poszczególnych kierunków, dla uniknięcia przyszłych nieporozumień, prowadzących do niepowodzeń w studiowaniu.
4. Absolwenci szkół średnich powinni być lepiej przygotowywani do testowego systemu sprawdzania i oceniania wiedzy, zwłaszcza z zakresu stosowania wiadomości w sytuacjach odbiegających od schematu.

Literatura

- Borecka K., Konieczna M., *Badania efektywności studiowania w zakresie podstaw chemii na I roku studiów chemicznych*, w: *Unowocześnienie kształcenia w zakresie chemii*, Wyd. UMCS, Lublin 1991
- Chmurska M., Galska-Krajewska A. i inni, *Wybrane aspekty dydaktyczne procesu kształcenia chemicznego w szkole wyższej*, w: *Unowocześnienie kształcenia w zakresie chemii*, Wyd. UMCS, Lublin 1991
- Czupiał K., *Sprawdzanie i ocenianie osiągnięć dydaktycznych z chemii*, Wyd. NOWIK, Opole 1993

- Czupiał K., *Trafność narzędzi pomiaru przy zmiennej treści kształcenia*, w: *Metodologia badań w dydaktykach przedmiotów przyrodniczych*, Wyd. UMCS, Lublin 1991
- Jakubowicz S., *Fenomenologiczny opis rezultatów pewnego egzaminu z dydaktyki fizyki*, w: *Metodologia badań w dydaktykach przedmiotów przyrodniczych*, Wyd. UMCS, Lublin 1991
- Karpiński W., *Strukturyzacja treści nauczania chemii*, WSiP, Warszawa 1982
- Niemierko B., *Pomiar sprawdzający w dydaktyce*, PWN, Warszawa 1990
- Sawicki M., *Metodologiczne podstawy nauczania przyrodoznawstwa*, Ossolineum, Wrocław 1981